



November 27, 2019

Departamento de Economia
8283 Bunche Hall
Los Angeles, CA 90095
Phone: (224) 595-8758
E-mail: rodrig@econ.ucla.edu
URL: <https://www.rodrigopinto.net/>

Imposto sobre Operações Energéticas Substitui Sol Brasileiro pelo Gás Boliviano.

Quem Ganha e Quem Perde com o Fim da Indústria Solar Brasileira?

Desde 2012, o brasileiro pode produzir sua própria energia instalando sistemas solares nos seus telhados. Para muitos analistas econômicos, a expansão da indústria brasileira de energia solar era certa e inevitável. Passados sete anos, apenas 0,2% dos consumidores de energia elétrica produzem energia solar no país. No entanto, pode-se dizer que este setor da economia finalmente decolou. **Neste ano, a indústria brasileira de energia solar deverá crescer em mais de 50%¹.**

O principal motivo que leva o brasileiro a investir em um sistema de geração solar de energia é o alto preço das tarifas energéticas. A opção solar torna-se cada vez mais vantajosa devido ao constante avanço na tecnologia dos painéis fotovoltaicos. Atualmente, o prazo de retorno do investimento em painéis solares (*payback*) é em torno de 5 anos, dados os juros de mercado de 1,2% ao mês.

Os benefícios ambientais do uso de energia solar são amplamente conhecidos. A geração solar não queima combustíveis fósseis, como as termelétricas, nem gera imensas áreas de alagamento, como as hidrelétricas. Para muitos brasileiros, esses benefícios constituem motivação suficiente para incentivar o uso desta tecnologia. Entretanto, poucos sabem que, em países como o Brasil, **a geração distribuída de energia solar traz grandes benefícios econômicos**. Esses benefícios não se restringem aos brasileiros que adotam esta tecnologia, mas também **aos demais consumidores de energia elétrica e ao sistema elétrico do Brasil**.

Em outubro deste ano, as distribuidoras de energia elétrica acolheram uma proposta Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - que visa implementar um **tributo de 62%²**

¹ Segundo a ANEEL, o final de outubro/2019, havia cerca de 135 mil unidades geradoras e 84 milhões de unidades consumidoras, disponível em <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTlIMjltN2E5MzBkN2ZlMzVklwIDCI6ljQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSI6ImMiOiR9>. Acesso em 31/10/2019.

² Segundo a AIR da CP025/2019 da ANEEL, é sugerida a "Alternativa 5", que diminui a rentabilidade da energia injetada em 62%, na média nacional, disponível em <https://www.aneel.gov.br/consultas-publicas>, acesso em 31/10/2019

sobre qualquer brasileiro que deseje produzir eletricidade usando o sol que banha seu telhado. Esta medida aumenta o tempo de retorno do investimento em geração solar distribuída em mais de 20 anos, **tornando a produção solar economicamente inviável.**

O tributo causa perplexidade tanto ao cidadão comum quanto a especialistas do setor de energia. A produção de energia solar permite a redução da produção de energia do sistema elétrico brasileiro. O uso da eletricidade solar alivia a dependência das reservas hídricas brasileiras que são usadas por hidrelétricas³. A produção solar também reduz a demanda pela energia gerada em termelétricas, que é a energia mais cara do sistema elétrico brasileiro. Além de cara, energia produzida por **termelétrica** é altamente poluidora e **dependente** de combustíveis fósseis, em particular o gás importado **da Bolívia**⁴.

Substituir o sol brasileiro pelo gás boliviano faz pouco sentido. Naturalmente, o novo tributo suscita vários questionamentos. Em particular, quem se beneficia com esse tributo? Salvo os bolivianos, ele faz sentido ao *lobby* das distribuidoras, que mantém o brasileiro como consumidor cativo e asseguram o monopólio da venda de energia elétrica ao consumidor final. A justificativa do tributo é baseada principalmente em um estudo do Ministério da Economia, que estima perdas de R\$ 21 bilhões para sociedade, em 15 anos. O trabalho comete alguns erros conceituais, que, quando corrigidos, mostram que **energia solar gera cerca de R\$ 5 bilhões em benefícios econômicos.** E eles são ainda maiores, pois o cálculo desconsidera diversos benefícios ambientais e técnicos para a rede elétrica nacional.

O conflito entre distribuidoras de energia e brasileiros que desejam produzir energia solar não é novo. A divergência emerge quando o interesse de grupos econômicos e os anseios da parte da população se desalinham. Assim como o *lobby* dos taxistas tentaram banir a Uber, o *lobby* das distribuidoras tenta inviabilizar a produção solar. **Entender o conflito é fundamental para que a sociedade possa arbitrar.**

³ O artigo "ESTUDO DA COMPLEMENTARIEDADE DA GERAÇÃO DE ENERGIA ENTRE AS FONTES SOLAR E HIDRÁULICA", da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Sistemas de Energia - PPGSE. Disponível em <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/503>, acesso em 30/10/2019

⁴ ANP. disponível em <http://www.anp.gov.br/arquivos/dados-estatisticos/scb/2019-setembro-relatorio-executivo.pdf>. Acesso em 11.11.2019.

Vantagens Econômicas

O Brasil possui várias características que tornam o país extremamente favorável à produção de energia solar. A nação tem uma das maiores taxas de irradiação solar do mundo⁵ e a composição da matriz energética brasileira é particularmente propícia para o fomento da energia fotovoltaica.

Aproximadamente **60% da energia do país é gerada por hidrelétricas**⁶. Esta energia é renovável e relativamente barata. No entanto, usinas hidrelétricas são reféns da quantidade de chuva que atingem suas bacias hidrográficas e estão sob a constante ameaça de períodos de estiagem. **A dependência de chuvas torna-se particularmente problemática com a propagação das alterações climáticas que impõem restrições crescentes ao uso da água.** Usinas hidrelétricas causam grandes impactos ambientais, pois implicam no alagamento de extensas áreas. Por outro lado, a incidência solar é um parâmetro estável e muito mais previsível do que as chuvas que determinam o nível dos reservatórios das hidrelétricas. Em especial, **a geração solar é complementar à hidrelétrica – períodos de seca são exatamente os períodos de maior incidência solar e vice-versa.** O aumento da produção solar de energia reduz a utilização do reservatório de água. Em termos conceituais, **reservatórios hídricos podem ser entendidos como grandes baterias nacionais**⁷. Quanto maior o nível dos reservatórios, maior a segurança energética do país.

Cerca de 17% da matriz energética vem da queima de combustíveis fósseis em termelétricas⁸. O uso dessa fonte tem grandes desvantagens. É energia mais cara produzida no país. Termelétricas causam grandes prejuízos ao meio ambiente e aumentam a dependência externa, dado que grande parte do gás e outros combustíveis são importados. **A irradiação solar é imune às variações no preço de combustível fósseis e os raios de sol são 100% brasileiros.**

A geração de energia solar responde por aproximadamente 2% da capacidade do país, dos quais cerca de 40% é de geração distribuída⁹, composta, em grande parte, por micro produtores residenciais que adquiriram a tecnologia de painéis fotovoltaicos para consumo próprio¹⁰. Essa energia é produzida de forma descentralizada e local. Estas duas características conferem importantes **vantagens para a malha energética da nação: aumenta a segurança energética, diminui o risco de apagões, reduz os custos de transmissão de energia, diminui as perdas de energia e posterga a velocidade dos investimentos necessários para ampliação de toda a infraestrutura energética do**

⁵ O Brasil possui a terceira maior taxa de irradiação solar do mundo, atrás apenas da Rússia e Austrália. Mais informações no Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/map?c=24.046464,-42.890625,2&s=-12.618897,-38.29834&m=site>

⁶ Balanço Energético Nacional 2019, da EPE, disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf>. Acesso em 30.10.2019.

⁷ Ver referência ao artigo da UTFPR, citado anteriormente.

⁸ Ver Balanço Energético Nacional 2019, da EPE, citado anteriormente.

⁹ Ver Balanço Energético Nacional 2019, da EPE e dados de geração da ANEEL, citados anteriormente.

¹⁰ O sistema elétrico é composto por três unidades principais: usinas de produção da energia, linhas de transmissão e as redes de distribuição, que levam a energia até o consumidor.

país. Em resumo, energia solar torna o sistema energético do país mais eficiente. É útil entender cada um destes benefícios.

A energia solar produzida nos telhados brasileiros é descentralizada e local. **A energia solar é injetada na rede de distribuição localmente**, sendo consumida na própria vizinhança. Como efeito imediato, as distribuidoras deixam de comprar energia que seria produzida por outras fontes, como as hidrelétricas e termelétricas. Por exemplo, essa energia, que deixa de ser produzida por hidrelétricas, continua estocada sob forma de potencial hidráulico, nos reservatórios das barragens. Maior estoque de energia implica em menor risco de escassez e maior previsibilidade do seu preço. Energia descentralizada promove a segurança energética. **Quanto maior e mais pulverizados os micro produtores, maior a segurança energética**, pois a probabilidade de falha simultânea nesse caso é praticamente nula.

É fácil entender porque a geração de energia local evita as perdas energéticas. A energia hidrelétrica que acende uma lâmpada em Fortaleza viaja pelo menos 700 km, em linhas de transmissão e distribuição, desde sua geração, na usina Luiz Gonzaga, até o consumidor final, na capital cearense, passando por várias subestações. Durante este trajeto, parte da energia é perdida. Em média, a perda total de energia entre geração e consumidor final é de 17,6%¹¹, que inclui as perdas técnicas no transporte e furtos de energia. Em comparação, o excedente de energia solar que uma residência de Fortaleza produz durante o dia viaja alguns metros até ser consumida por outra residência ou por um estabelecimento comercial local. A distribuição de energia solar ocorre praticamente sem perdas. O impacto dessas perdas sobre a tarifa dos consumidores é óbvio. **Para entregar 100 unidades de energia, a distribuidora faz a aquisição de 117 unidades produzidas de forma centralizada, enquanto essa relação, na geração distribuída, é próxima a 100 para 100.**

As linhas de transmissão de energia são projetadas para acomodarem o pico da demanda elétrica de uma região. Esta demanda ocorre no verão durante o período diurno, justamente no período em que produtores de energia solar injetam seus excedentes na rede de distribuição¹². Consequentemente, as distribuidoras demandam menos energia durante o horário de pico. **Como o consumo energético do Brasil cresce historicamente a 3% a.a., cabe admitir que uma parte desse crescimento será atendido pela geração local e, como resultado, haverá uma redução da carga no pico (em relação ao cenário sem geração distribuída), de forma que os investimentos previstos em redes de transmissão e distribuição poderão ser postergados ou evitados, barateando a energia para todos os consumidores**¹³.

A produção de energia solar também permite que regiões remotas adquiram autossuficiência energética, evitando assim os altos custos de construção de novas linhas de transmissão ou de instalação de sistemas isolados e, em última instância, desonerando a componente da tarifa de energia relativo ao subsídio que rateia esse custo entre todos os consumidores.

¹¹ Fonte: ABSOLAR

¹² Fonte: ONS. Ver <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao>, acesso em 30/10/2019.

¹³ Estudo da ABahiaSolar, nas Contribuições ABahiaSolarCP Aneel 25_2019, mostra que 14 GW de geração distribuída no país pode reduzir o pico do Sistema Interligado Nacional (SIN) em 6,7 GW.

O Novo Imposto sobre Produtores de Energia Solar

Dados os benefícios da energia solar, é de se esperar certa perplexidade ao saber que um novo tributo ameaça inviabilizar o uso de painéis solares. **O imposto é arduamente defendido por distribuidoras de energia**, que insistem em declarar benefícios sociais que seriam gerados com a taxação da energia solar.

Para entender o novo tributo, considere uma típica residência que investiu na tecnologia de painéis solares. Este pequeno produtor produz energia durante o dia, injeta o excedente de sua produção na rede de distribuição elétrica e consome este excedente **durante a noite**. Para facilitar nossa análise, suponha que o diferencial energético seja nulo, o produtor injeta na rede exatamente o que consome.

No atual sistema, **o produtor** de energia solar **oferece** o excedente de energia elétrica que ele produziu no período diurno, **exatamente quando os consumidores demandam mais energia elétrica**, e consome a energia que foi gerada durante à noite, quando a demanda é menor¹⁴. Atualmente, o pequeno produtor de energia solar já paga uma quantia fixa de energia, mesmo no caso de ele produzir tudo o que vier a consumir. O novo tributo desincentiva investimentos em painéis solares, pois impõe uma **tarifa de 62% na troca da energia**.

O novo imposto destrói a simbiose entre a malha elétrica nacional e a produção de eletricidade solar. **Sob as regras¹⁵ do novo imposto, o tempo para retorno (*payback*) de um sistema de energia solar pode ser superior à sua vida útil do painel solar.** O cálculo do *payback* pode ser feito usando a planilha sugerida pela ANEEL¹⁶. A taxa de juros real adotada na planilha é de 4% a.a. No entanto, as taxas reais na economia brasileira variam entre 9% e 11,5% a.a. Feita a correção, podemos observar que o *payback* de painéis solares é superior a 20 anos, o que torna inviável o uso dessa tecnologia integrada à rede de distribuição do país. **Torna-se mais vantajoso, ao cidadão brasileiro, arcar com os custos adicionais de baterias e optar por permanecer fora do sistema de distribuição elétrica nacional do que se integrar ao sistema nacional.**

Distribuidoras de energia argumentam que o imposto é benéfico para sociedade brasileira, contrariando os incentivos econômicos à produção de energia solar adotados pela maioria dos países desenvolvidos do mundo.

Será que as distribuidoras de energia do Brasil descobriram algo que o resto do mundo desconhece ou a argumentação do imposto é falaciosa?

Para responder a essa pergunta, é desnecessário recorrer a engenheiros e economistas, basta um pouco de bom senso. Antes de discutir os argumentos das distribuidoras, é interessante mencionar o que acontece em outros países.

¹⁴ Segundo dados do Operador Nacional do Sistema (ONS), o pico de demanda do Brasil, em 2018, ocorreu entre 12 e 15h, nos meses de verão (dezembro-março).

¹⁵ Propostas na Consulta Pública (CP) 025/2019 da ANEEL

¹⁶ AIR Modelo de Geração Local

O Exemplo da Califórnia

Segundo dados de 2018, o estado da Califórnia tem 40 milhões de habitantes e seu índice de irradiação solar é similar ao do Brasil¹⁷. Sua capacidade de geração de energia elétrica de 80,3 GW e 13% deste total (10,7 GW) vem da geração solar de energia¹⁸. Segundo dados de 2018, a população brasileira em 2018 é de 210 milhões de habitantes¹⁹, a capacidade de geração elétrica é de 157,1 GW e a produção solar de energia é de apenas 0,9 GW, ou seja, apenas 0,6% do total produzido²⁰ (distribuída e centralizada). Logo a o percentual de energia solar da matriz elétrica californiana é 20 vezes maior do que o da brasileira.

Trocando em miúdos, em 2018, a produção de energia solar **de um único estado americano foi mais de 10 vezes superior** que produção total de energia solar do Brasil. Ao considerarmos a diferença entre as populações, e a capacidade de geração de energia solar per capita da Califórnia foi **60 vezes superior** à brasileira.

Se a produção de energia solar fosse danosa à sociedade, seria de se esperar que o estado da Califórnia adotasse medidas de desincentivo à produção dessa energia. No entanto, ocorre exatamente o inverso. O estado paga 30% do custo total de instalação do sistema solar e o cidadão é encorajado a ser parte integrante da rede elétrica²¹. Hoje, a família que mora em Los Angeles não só tem um desconto de 30% no custo do sistema solar, como também tem a **garantia de poder trocar energia com a rede de distribuição a uma razão de 1 para 1 (net-metering) pelos 20 anos seguintes**. O produtor de energia solar que produz tudo que consome paga apenas uma taxa de dez dólares. A partir de 2020, painéis solares serão mandatórios em toda nova construção residencial da Califórnia.²²

¹⁷ Mais informações no Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/map?c=24.046464,-42.890625,2&s=-12.618897,-38.29834&m=site>

¹⁸ Fonte: https://ww2.energy.ca.gov/almanac/electricity_data/total_system_power.html, acessado em 20/10/2019

¹⁹ Fonte: IBGE, disponível em <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>, acessado em 20/10/2019

²⁰ Fonte: BEN 2018, cujo link já foi referenciado.

²¹ Ver Solar tax credit – everything you need to know about the federal ITC for 2019, disponível em <https://news.energysage.com/congress-extends-the-solar-tax-credit/>, acessado em 20/11/2019

²² Vale mencionar que a inflação do preço da energia elétrica na Califórnia entre 2013 e 2018, foi de 16%, enquanto no Brasil, a inflação energética foi de 95%.

O Papel do Produtor de Energia Solar Descentralizada

No Brasil, produtores de energia solar descentralizada pagam uma Tarifa de Utilização do Sistema de Distribuição (TUSD), que é normalmente de 100 kWh²³. Considere um produtor que gera tudo aquilo que consome. Neste caso, a interação entre a distribuidora e o típico produtor de energia solar descentralizada ocorreria da seguinte maneira:

1. Produtores solares oferecem sua produção excedente no período diurno, quando o preço da eletricidade é maior;
2. Distribuidoras deixam de comprar energia de termelétricas, que geralmente mais de três vezes mais cara que a solar²⁴, e utilizam essa energia;
3. Distribuidoras vendem a energia solar (adquirida a custo zero) para outros consumidores (usando o preço da tarifa cheia);
4. A energia solar é consumida em estabelecimentos localizados a metros de distância da fonte geradora de energia solar;
5. Desse modo, a distribuidora evita as perdas relacionadas à transmissão e distribuição de energia (cerca de 16%²⁵);
6. A distribuidora compra energia noturna (mais barata) para repassar a energia usada durante o dia ao produtor solar original.

Em termos de uso de rede, a produção da energia solar possibilita a **substituição do fluxo** de energia que trafega as linhas de transmissão durante o período de alta demanda (diurno) para o período de menor demanda (noturno). Existem ganhos na eficiência do uso da rede, pois os produtores de energia solar permitem a substituição do fluxo de energia de um período de pico do uso da rede para um período de menor taxa de utilização. Note que **a distribuidora teria benefícios mesmo que o produtor solar não fosse obrigado a pagar a TUSD**. Entretanto, é importante ressaltar que há um limite para esta simbiose.

A literatura acadêmica especializada em eficiência do setor elétrico usa casos reais ao redor do mundo para avaliar o impacto da geração solar distribuída. O consenso nesta literatura é que **o limite de penetração solar que proporciona benefícios ao sistema elétrico gira em torno de 15% a 20%**.²⁶ Atualmente, o nível de geração solar distribuída representa apenas 0,9% da produção energética do Brasil. Muito inferior ao limite que garante benefícios ao sistema elétrico.

A Falácia do Subsídio

²³ Conforme Art. 98 da Resolução Normativa Aneel 414/2010.

²⁴ Apresentação dos Resultados - Leilão A-6 2019. Dado da EPE, disponível em <http://epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Resultados%20-%20Leil%C3%A3o%20A-6%202019.pdf>. Acesso em 20.10.2019.

²⁵ Conforme BEN 2019, da EPE, já referenciado.

²⁶ No caso do Brasil, estima-se que a penetração solar de 16% alivia o uso da rede transmissão pois reduz o pico de demanda de 84,9 GW para 78,2 GW.

A narrativa das distribuidoras de energia **parece tratar o produtor de energia solar como um parasita** do sistema que utiliza os recursos da rede sem pagar seus devidos custos. O argumento é que produtores de energia solar aumentam o uso das redes de distribuição sem pagarem devidamente por este serviço. Nessa narrativa, a imposição de uma tarifa no consumo noturno de produtores de energia solar constitui uma redução de subsídio.

Esta argumentação é errônea e cria confusão no entendimento do papel do produtor solar no mercado de energia elétrica. **Na realidade, o produtor solar não está recebendo subsídio algum. O produtor solar simplesmente efetua uma troca de energia que permite que a distribuidora substitua o fluxo de energia de um período de alta demanda para um período de baixa demanda.**

É útil elucidar a diferença entre a troca energética e subsídio energético. Considere a entrada de um consumidor subsidiado na rede elétrica. O novo consumidor requer maior geração de energia. Este evento causa dois efeitos inflacionários: a energia adicional é gerada por termelétricas, que aumenta o custo médio da energia elétrica, e o custo do consumidor subsidiado é rateado por todos os demais consumidores da rede. Agora considere a entrada de um produtor solar. O produtor não requer geração adicional de energia e permite que a distribuidora de energia substitua a energia diurna por noturna. O custo médio da energia diminui, barateando a energia para todos os consumidores. A troca energética beneficia consumidores, o subsídio energético, não.

Este é um exemplo clássico de uma situação onde todos ganham. O produtor de energia solar não é subsidiado em nenhum momento. O que ocorre é uma troca de energia entre distribuidoras e produtores de energia solar na qual o produtor entrega um bem de maior valor econômico (energia diurna) em troca de outro bem de menor valor econômico (energia noturna).

Em um mercado competitivo, distribuidoras competiriam pelo serviço oferecido por produtores solares.

A Nota Técnica 025 da Aneel, publicada em 2011, define precisamente as principais características do sistema de produção solar:

“Convém ressaltar que o referido sistema promove apenas a troca de kWh entre o consumidor-gerador e a distribuidora, [...] o sistema de produção de energia solar é um sistema de simples implementação pelas distribuidoras, não oneroso para os demais consumidores, pois não envolve a aplicação de subsídios, e é capaz de viabilizar a geração distribuída nas unidades consumidoras residenciais e comerciais, ou seja, junto à carga.”

A definição da Aneel é correta. Um tributo sobre a troca de energia não constitui uma redução de subsídio, mas um imposto sobre as trocas energéticas. O uso de uma nomenclatura mais condizente com o tributo tornaria o debate menos confuso. Uma possibilidade é adotar o termo **Imposto sobre Operações Energéticas (IOE)**.

Vale ressaltar que este imposto é particularmente bizarro, dado que distribuidoras auferem três grandes benefícios quando o produtor solar opta por se integrar à rede elétrica:

1. As distribuidoras deixam de comprar energia mais cara durante o dia para comprar energia barata durante a noite.

2. Em termos técnicos, a taxa de utilização da rede diminui, pois o produtor solar permite o deslocamento do fluxo de energia do horário de pico para períodos de menor demanda. Este deslocamento diminui a variância de corrente elétrica na rede e possibilita o dimensionamento de rede mais eficientes a menor custo.
3. As perdas energéticas das distribuidoras diminuem. **Perdas energéticas são função do quadrado da corrente elétrica** que trafega na rede. Isto implica que o deslocamento da corrente elétrica dos horários pico para horários de menor consumo de energia acarreta na redução de perdas energéticas.

Do Gás Boliviano ao Sol Brasileiro

A produção de energia solar modifica a matriz energética do país. No cômputo geral, cada watt-hora de energia produzido por painéis fotovoltaicos permite que fontes mais caras de energia deixem de ser utilizadas.

Suponha que um brasileiro deixe de ser um consumidor de energia e passe a ser um produtor solar (prosumidor). A produção de energia solar implica que a distribuidora deixa de comprar uma quantidade de energia dada pela soma da energia solar produzida mais as perdas do sistema. Obviamente, a distribuidora se desfaz da energia mais cara em sua carteira energética. No caso brasileiro, a energia solar substitui a energia termoeletrica, que é geralmente três vezes mais caro que a energia hidrelétrica²⁷.

Em termos econômicos, dizemos que a contrapartida do aumento marginal de energia solar é a redução marginal da energia produzida por termelétricas. No jargão elétrico, o preço desta energia é chamado de Custo Marginal de Operação (CMO). Os benefícios econômicos trazidos pela produção solar para a sociedade são muitos:

1. A produção de energia solar **reduz a produção de energia termoeletrica**, e, portanto, **barateia o custo da matriz elétrica** do país;
2. Esta redução de custos **beneficia todos os usuários** de energia elétrica;
3. O país fica **menos dependente da importação de combustíveis fósseis da Bolívia** e de outros países sulamericanos, **melhorando** sua balança de comércio exterior e **a segurança energética nacional**;
4. A energia solar **reduz as perdas do sistema elétrico**, pois é produzida e consumida localmente e não necessita trafegar por vários quilômetros pelas linhas de transmissão e distribuição;
5. A diminuição das perdas energéticas reduz ainda mais a dependência de termelétricas, barateando a geração da matriz elétrica do país;
6. A **redução dos custos de produção de energia** é um benefício usufruído por todos consumidores finais;
7. A **segurança energética** proporcionada pela produção solar é usufruída por toda a nação, incluindo tanto consumidores residenciais quanto a indústria e o setor de serviços do país, tornando-os mais competitivos.

²⁷ Apresentação dos Resultados - Leilão A-6 2019. Dado da EPE, já referenciado.

Entenda o Cálculo Usado para Justificar o Imposto sobre Trocas Energéticas

As distribuidoras de energia argumentam que o novo imposto sobre trocas energéticas (IOE) aumenta o bem-estar social. A **justificativa** para o imposto é baseada principalmente em uma **nota técnica do Ministério da Economia**²⁸. A nota estima que a manutenção do sistema tarifário atual que permite trocas energéticas acarretaria uma perda de receita tarifária de R\$ 23 bilhões²⁹ referente aos anos de 2020 e 2035.

A nota técnica visa estimar a diferença de receita tarifária entre dois cenários. O cenário-base constitui o atual regime tarifário no qual o produtor solar paga uma taxa de utilização do sistema elétrico o que permite ao produtor solar trocar energias com a rede de distribuição. O cenário de comparação considera o caso em que toda a produção solar distribuída é substituída pela geração solar centralizada, que utiliza usinas de produção solar de energia.

A nota é um estudo de receita tarifária. Em resumo, ela estima a receita tarifária que os produtores solares iriam pagar caso fossem consumidores cativos. Um aspecto importante da nota é que o cálculo substitui a produção solar distribuída pela solar centralizada.

O **cálculo apresenta uma grande falha** conceitual: a nota **ignora o fato que um aumento na produção solar distribuída implica uma redução na produção de energia gerada por termelétricas**. Um dos benefícios da produção distribuída é que ela barateia a matriz energética do país, pois cada quilowatt-hora de energia solar substitui 1,22 quilowatts-hora de energia termelétrica, que é a energia mais cara produzida no país. Logo, não faz sentido econômico calcular a diferença de receita tarifária considerando a troca de energia solar por energia solar.³⁰ Seria como assumir que, dada uma redução de demanda energética, distribuidoras preferem se desfazer de energia barata e manter a energia mais cara de seu portfólio.

Uma analogia com o sistema hidrelétrico é útil para tentar interpretar a mensagem da nota técnica. Suponha que um fazendeiro, cansado de pagar energia cara gerada por termelétricas, decide construir uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) em um riacho de sua propriedade. A nota técnica sugere que a ação do agricultor traz custos à sociedade pois a energia elétrica gerada pela usina de Itaipu é mais barata que a energia gerada por sua PCH, e portanto, para o bem da sociedade, o agricultor deve continuar pagando a energia cara gerada por termelétricas. **O cálculo obviamente não faz sentido algum.**

De forma geral, enquanto existir energia elétrica sendo gerada simultaneamente por um método caro e um barato, existe um ganho econômico em substituir a produção do método caro para o barato.

²⁸ Nota Técnica SEI n 3/2019/SRM/SDI/SEPEC-ME, que considera os dados da Análise de Impacto Regulatório (AIR) da Audiência Pública (AP) 001/2019 da ANEEL.

²⁹ Valor presente líquido antes dos impostos calculado para os anos de 2020 a 2035 considerando uma taxa de juros real de 4.47%aa.

³⁰ Em particular, a energia solar centralizada comprada por distribuidoras é sempre despachada ao sistema pois constitui uma energia de baixo custo. O despacho é feito independentemente da produção de energia solar distribuída.

O cálculo de impacto de receita tarifária deveria considerar dois fatos que estão ausentes na nota. Primeiro, o aumento de produção solar distribuída reduz a produção de energia associada ao aumento do custo marginal de operação, ou seja a produção de energia termelétrica. Segundo, produção solar é localizada e não sofre com as perdas energéticas da produção centralizada. Portanto, cada quilowatt-hora (kWh) de energia solar distribuída equivale a mais de um quilowatt-hora de energia gerada por termelétricas. **Mais importante que a receita tarifária é a análise de custo e benefícios à sociedade.** Nesse cálculo, devem também ser considerados outros importantes benefícios da produção de energia solar, tais como benefícios ambientais (créditos de carbono), **benefícios sociais referentes à geração de empregos e indústria nacional**, além dos benefícios à própria rede elétrica tais como o aumento de segurança energética.

Se o cálculo da nota técnica for corrigido apenas pelo uso do custo marginal de operação, o valor da receita tarifária muda de R\$ 23 bilhões negativos para R\$ 1 bilhão positivo. Com isto, a justificativa para o imposto sobre trocas energéticas cai por terra.

De maneira mais abrangente, pode-se dizer que o uso do aumento de receita tarifária de como medida de bem-estar social causa certa confusão. Outra fonte potencial de desinformação é assumir que a redução de faturamento de empresas privadas, devido às escolhas de consumidores brasileiros, representa um decréscimo de bem-estar social. Na verdade, a medida de bem-estar social deve levar em consideração sua melhoria para todos, tanto daqueles que decidem por investir em sistemas solares quanto daqueles que optam por produzirem energia solar.

É possível indagar que não cabe à agência de regulação do sistema elétrico nacional investigar benefícios que não sejam diretamente relacionados com a eficiência do sistema elétrico nacional. Segundo esta lógica, a análise de benefícios ambientais gerados pela produção de energia solar não deve fazer parte do escopo de atribuições da agência reguladora. De fato, **decisões sobre políticas tarifárias do setor elétrico impactam toda a população e, portanto, demandam discussão com vários setores da sociedade. Tais funções são usualmente atribuídas à parte legislativa do governo, e em particular, ao congresso nacional.**

Quem explora? Quem é explorado?

Na narrativa das distribuidoras, o imposto sobre trocas de energia é necessário, pois o produtor solar explora a rede elétrica nacional ao consumir a energia que ele próprio produziu. No entanto, o oposto desta narrativa tem maior credibilidade: **empresas comissionadas exploram o fato de terem o monopólio do mercado de distribuição de energia para tentar explorar o produtor solar com o imposto sobre trocas energéticas.**

Um simples exemplo facilita entendimento da questão econômica. Primeiro, é necessário ter em mente que produtores de energia solar têm interesse na oferta de um serviço de trocas energéticas. **Considere um problema análogo de um pequeno agricultor rural que tem um pomar.** A estação do caju é em agosto. No entanto, seu cajueiro produziu quatro caixas de caju em julho, ou seja, durante a pré-estação. O produtor consumiu duas caixas e, a fim de não perder o excedente, propõe uma troca à mercearia local. O agricultor propõe trocar duas caixas de caju em julho (fora da estação de pico) por duas caixas em agosto (durante a alta estação). Frutas fora de estação são mais caras, logo o dono da mercearia faz lucro e tem interesse na troca. O agricultor também ganha com a troca.

Suponha que a região tenha várias mercearias que tornam o mercado competitivo. Neste caso, o agricultor não teria dificuldade de efetuar a troca. Várias mercearias teriam interesse no produto oferecido pelo agricultor. Da mesma forma, **se o mercado de distribuição fosse competitivo, o produtor solar não teria nenhuma dificuldade em trocar sua energia diurna, de maior valor econômico, por energia noturna, que é mais barata.** No entanto, o produtor só pode vender energia para uma única distribuidora, que detém o monopólio da venda de energia. **A distribuidora usa o monopólio da venda de energia para propor um imposto sobre trocas que nunca existiria caso o mercado de distribuição de energia fosse competitivo.** O motivo original da regulação de mercados monopsonistas³¹ é a proteção do consumidor, e não da empresa monopolista.

Voltemos ao exemplo do agricultor. Suponha que sua produção excedente seja de 120 caixas de caju em vez de duas e que a mercearia local consiga vender apenas 100 caixas da fruta em julho. Neste caso, a troca deixa de ser vantajosa para mercearia. Da forma análoga, **a injeção de energia solar na rede elétrica deixa de ser vantajosa para a distribuidora quando a penetração da energia solar atinge um patamar elevado.** A geração atual de energia solar no Brasil está muito aquém destes patamares.

Imposto Reduz Competição Econômica

A defesa do imposto sobre trocas energéticas é particularmente difícil, pois o imposto reduz a competição econômica tipicamente gerada por novas tecnologias. Considere uma analogia simples. **Suponhamos que o congresso nacional queira saber se o fomento de pequenas companhias de refrigerante são benéficas ou prejudiciais à sociedade.**

Nesta analogia, a distribuidora de energia seria a empresa AMBEV, que vende refrigerantes para um vasto mercado nacional e os produtores de energia solar representariam pequenas empresas de refrigerantes que acabaram de entrar no mercado.

³¹ Estrutura de mercado caracterizada por haver um único comprador para o produto de vários vendedores.

O advento de novas empresas de neste mercado irá diminuir o faturamento da AMBEV, no entanto o aumento da competição trará benefícios sociais. A possibilidade de escolha aumenta o bem-estar daqueles que preferem refrigerantes alternativos. **A AMBEV poderia argumentar que a redução de sua demanda acarreta aumento de preços de seus consumidores, e por isso, seria benéfico à toda a sociedade que o Congresso proibisse a entrada de novas empresas nesse mercado.**

Este tipo de argumento é obviamente **absurdo**. Cabe à **AMBEV** produzir refrigerantes **melhores** a menor preço para manter seu mercado, em vez de tentar usar o governo para coibir seus competidores.

Considere outro exemplo que usa o monopólio natural das concessionárias de rodovias. O ato de compartilhar o mesmo carro (**carona**) **reduz o faturamento das operadoras** de pedágio. No entanto, o compartilhamento traz grandes benefícios à sociedade: reduz o congestionamento de trânsito, diminui a depreciação das vias e reduz a poluição ambiental. **As concessionárias poderiam indagar que seus custos fixos justificam o imposto sobre carona.** A justificativa, obviamente, não procede. **Igualmente absurdo seria taxar aqueles que fazem ligações via Skype**, pois deixaram de usar a rede de telefonia fixa do Brasil ou ainda cobrar uma tarifa pelo uso de e-mails para ressarcir a queda de receita dos Correios brasileiros.

O Capitalismo de Influências

A receita das distribuidoras de energia aumenta conforme o tamanho de seu monopólio, ou seja, do número de consumidores que detêm. Quando o brasileiro decide pela geração de energia elétrica, ele deixa de ser um consumidor cativo das distribuidoras. Conforme discutido, o produtor solar gera benefícios à rede elétrica. No entanto, este benefício é inferior ao lucro que estes brasileiros iriam gerar caso permanecessem apenas como consumidores de energia. **Em resumo, distribuidoras têm incentivo de restringir a produção de energia solar, pois o ganho econômico gerado por um consumidor é maior que os benefícios gerados um produtor solar. Para sociedade, a situação é revertida. Os benefícios econômicos gerados pelo produtor solar são muito mais relevantes que a potencial perda de receita das distribuidoras de energia.**

Uma constatação óbvia é que distribuidoras de energia visam lucro e não o bem-estar geral da sociedade. Vale ressaltar que **a busca de lucro por empresas privadas não é, por si só, reprovável.** De fato, a busca por lucro em um mercado competitivo gera benefícios sociais. A busca por lucro impulsiona o desenvolvimento de novas tecnologias, incentiva o aprimoramento de produtos e a redução de preços. **O que é altamente reprovável e economicamente abusivo é a tentativa de empresas privadas de ter lucro utilizando o governo para inviabilizar a competição econômica.** A tentativa de tornar a tecnologia de painéis solares economicamente inviável por meio de legislação tarifária pode ser entendida como uma estratégia que usa o poder do governo na eliminação de potencial competição econômica.

A cautela nas decisões de regulamentação do mercado elétrico nunca foi tão necessária.

A agência de regulação pode ter sido induzida a proteger comissionárias do setor energético a fim de atingir um objetivo final de melhoria para a sociedade brasileira. No

entanto, a intenção de assegurar a receita tarifária das empresas de distribuição de energia, em detrimento do mercado nascente de energia solar consiste em um exemplo típico de **Crony Capitalism**, ou seja, o **Capitalismo de Influências**.

A sobrevivência das empresas no mercado competitivo é fruto de suas capacidade em gerar produtos melhores e mais baratos que os de sua concorrência. **O capitalismo é, muitas vezes, um culto à meritocracia do empreendedorismo.** O sistema premia com lucro justamente empresas que oferecem o maior ganho de utilidade ao consumidor final. **No Capitalismo de Influências, ocorre o oposto.** O sucesso econômico de uma empresa privada é obtido pela intervenção estatal. Esta intervenção usa dos poderes de regulação para para limitar a concorrência de mercado e fomentar o lucro de uma empresa às custas do bem-estar da nação.

O imposto sobre trocas energéticas pode ser facilmente caracterizado como um exemplo do capitalismo de influências. O IOE inviabiliza o investimento em painéis solares, limita a concorrência no mercado de distribuição, fomenta o monopólio de distribuidoras de energia, depende do poder de regulação do Estado e **é justificado por trabalhos técnicos que podem ser facilmente criticados.** É natural que o imposto cause perplexidade e indignação da população.

Aqui, vale relembrar princípios econômicos básicos que, muitas vezes, são ofuscados pelo debate técnico. **Em um país democrático, as agências públicas devem servir à sociedade.** Em um sistema capitalista, o consumidor é livre para decidir entre produtos que competem no mesmo mercado. Em um mercado competitivo, a decisão do consumidor traz benefícios à sociedade, pois incentiva empresas a gerarem produtos de melhor qualidade com menores preços. Em um estado de direito, o ato de restringir a entrada de competidores em um mercado é crime econômico.

Quem Ganha e Quem Perde com O Imposto sobre Produção de Energia Solar

A redução da demanda de energia elétrica em um sistema sobrecarregado é motivo suficiente para que engenheiros endossem o uso de tecnologias solares. A mudança na matriz energética, que substitui a energia cara produzida por termelétricas por energia limpa de geração solar, é motivo suficiente para consumidores endossem o uso de tecnologias solares. **A mudança da fonte de energia do gás boliviano pelo o sol brasileiro** é motivo suficiente para que cidadãos endossem o uso de tecnologias solares.

Em contraposição, a lista de quem perde com a inviabilidade da produção solar é grande. **O imposto sobre a troca de energia solar é ruim para quem?**

- **É ruim para famílias brasileiras**, que são obrigadas a permanecerem consumidores cativos e proibidas de gerar energia solar;
- **É ruim para o consumidor de energia elétrica**, que arca com os custos da expansão desnecessária da rede de transmissão de energia;
- **É ruim para a indústria solar distribuída**, responsável por R\$ 60 bilhões em investimentos até 2027³², que seriam reinvestidos de forma descentralizada no Brasil;

³² Fonte: ABSOLAR. Disponível em <http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/r-60-bilhoes-serao-investidos-ate-2027-no-sistema-de-geracao-distribuida.html>, acessado em 20/10/2019

- **É ruim para a economia brasileira**, pois põe em risco o emprego de 360 mil trabalhadores do setor e previne novas contratações³³;
- **É ruim para investidores**, pois promove instabilidade jurídica que reduz investimentos no setor, na contramão dos países desenvolvidos;
- **É ruim para a população**, que fica à mercê de apagões;
- **É ruim para a nação**, pois aumenta a vulnerabilidade e intermitência do sistema energético;
- **É ruim para o meio ambiente**, pois aumenta o uso de combustíveis fósseis nas termelétricas;
- **É ruim para a país**, pois encarece a matriz energética;
- **É ruim para a balança comercial**, pois continuará dependente do combustível fóssil importado;

No entanto, o **imposto produz benefícios** para dois grupos na sociedade sul-americana:

- **É bom para as distribuidoras de energia, que induzem o governo a eliminar sua concorrência por via executiva ou legislativa.** Assim, elas evitam a tradicional competição econômica baseada na melhoria de serviços e diminuição de preços;
- **É bom para companhias de gás natural da Bolívia, e de países vizinhos, pois o imposto sobre geração fotovoltaica, em sua essência, substitui o sol brasileiro pelo gás boliviano.**

Consequências Adversas do Imposto sobre Trocas Energéticas

O imposto sobre trocas energéticas aumenta os incentivos de desligamento da rede de distribuição energética. Neste caso, **o cidadão arca com os custos da instalação dos painéis solares e dos bancos de baterias que armazenam a energia coletada durante para a utilização noturna.**

No atual sistema, existem poucos incentivos econômicos para a aquisição de baterias residenciais, pois a troca de energias diurnas e noturnas é feita a um preço fixo. Esse cenário muda com a implementação do novo imposto sobre operações energéticas. O aumento de demanda pelo banco de baterias irá fomentar a competição e o barateamento das opções que existem no mercado vigente.

Para efeito de análise, suponhamos que o imposto sobre operações energéticas venha a entrar em vigor. Na terminologia econômica, o valor pago na instalação do sistema solar é tido como um custo irrecuperável. **O aumento da tarifa energética pode justificar a compra de baterias residenciais para os produtores de energia solar.** A indústria nacional se encarregará de desenvolver tecnologias que justifiquem a **instalação de baterias** residenciais para produtores que já possuem painéis solares.

³³ Conforme AIR ANEEL da AP001/2019.

Um grande incentivo adicional à aquisição dos bancos de baterias é a estabilidade no custo da energia elétrica. O brasileiro já sofreu com grandes variações na tarifa, seja por intempéries climáticas, como as secas, ou por ações de agências reguladoras de preço. O produtor que estoca sua própria energia não está à mercê destas variações e tem maior capacidade de planejar seu orçamento.

Os demais consumidores irão optar por instalar painéis solares com banco de baterias quando esta opção se tornar economicamente viável. **Isto ocorrerá dentro de poucos anos.** O custo das baterias de lítio tem reduzido consistentemente a uma taxa média de 18% anuais na última década³⁴. Em resumo, **três anos atrás, as baterias custavam o dobro que custam hoje, e em três anos, custarão a metade dos preços atuais.** Esta taxa de redução tem tendência de acelerar, impulsionada pelos investimentos em pesquisas que visam aumentar o estoque de energia de carros elétricos, bem como pelo uso de baterias de segunda vida oriundos da indústria automobilística.

É muito provável que, em poucos anos, o uso de sistemas solares que utilizam banco de baterias se torne economicamente viável. Esta viabilidade econômica tem sérias implicações ao sistema elétrico nacional.

Suponha que o custo fixo das distribuidoras de energia permaneça constante. Assim que o valor das baterias atingirem o mínimo para viabilidade econômica, **quantidades crescentes de brasileiros irão optar pelo desligamento ao sistema elétrico**³⁵. Isso implica em um ciclo vicioso, em que mais brasileiros deixarão o sistema, encarecendo a energia para os demais consumidores. As consequentes maiores tarifas aumentam os incentivos de desligamento do sistema, fechando o ciclo. **Com isto, o país sofrerá o risco de perder os benefícios de segurança energética de um sistema interligado.**

O cenário parece sombrio para o sistema energético nacional. No entanto, **existem suas soluções** que podem evitar o suicídio do setor elétrico.

A primeira, **é evitar que os consumidores optem pela saída do sistema.** Para isto, basta **evitar o novo imposto.** No mercado atual, consumidores têm vantagens econômicas de adquirirem sistemas de energia solar, mas não tem incentivos de se desligarem da rede. Note que, assim que o consumidor se desliga da rede, se torna muito difícil proporcionar incentivos que o façam voltar a ser parte integrante do sistema energético nacional, pois o investimento já terá sido feito.

A segunda solução é conhecida por qualquer empresa que consegue prosperar em um mercado competitivo: **distribuidoras de energia manterão seus clientes caso ofereçam um serviço de qualidade a preços acessíveis.** Para isso, precisarão encontrar soluções inovadoras para tornar sua rede mais eficiente, inclusive alavancando as características peculiares da geração distribuída como provedores de serviços de suporte à rede³⁶.

³⁴ Ver, por exemplo, o artigo “Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices” da BloombergNEF publicado em 05/05/2019

³⁵ Ver: THE ECONOMICS OF LOAD DEFLECTION HOW GRID-CONNECTED SOLAR-PLUS-BATTERY SYSTEMS WILL COMPETE WITH TRADITIONAL ELECTRIC SERVICE, WHY IT MATTERS, AND POSSIBLE PATHS FORWARD.

³⁶ Vide artigo The Bottom-Up (R)Evolution of the Electric Power System na revista do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) de março/abril-2019).

Rodrigo Pinto, PhD

Os elucidativos diálogos com Tassio Barboza, Rodolfo Molinari, Rodrigo Marcolino, Ricardo Costa, Guilherme Susteras e Julio Favarin foram fundamentais na execução deste texto.